

Теорія ПДС-алгоритмів і створення на її основі моделей і методів планування, прийняття рішень та оперативного управління в мережних системах з обмеженими ресурсами

Теория ПДС-алгоритмов и создание на ее основе моделей и методов планирования, принятия решений и оперативного управления в сетевых системах с ограниченными ресурсами

The theory of PDC-algorithms and creation on its base the models and methods of planning, decision making and operational management in networked systems with limited resources

1. Номер державної реєстрації, номер реєстрації в університеті: 0114U003432

2. Науковий керівник: д.т.н., проф. Павлов О.А., Павлов А.А., Pavlov Alexandr A.

3. Суть розробки, основні результати:

(укр.)

Об'єкт дослідження – процеси планування та оперативного управління в складних організаційно-економічних системах з мережним представленням технологічних процесів та обмеженими ресурсами. Предмет дослідження – розробка і застосування нових методів та концепцій планування, прийняття рішень та оперативного управління в складних організаційно-економічних системах з мережним представленням технологічних процесів та обмеженими ресурсами. Мета роботи – розвиток теорії ПДС-алгоритмів для важкорозв'язуваних задач комбінаторної оптимізації (ВЗКО), розробленої проф. О.А.Павловим та його учнями, та створення на її основі високоефективних методів розв'язання досліджуваних задач планування, прийняття рішень та оперативного управління, що дозволить вдосконалити та суттєво підвищити ефективність процесів планування та управління в складних організаційно-економічних системах з обмеженими ресурсами в сучасних умовах на основі нової концепції планування. Розроблено загальну модель багаторівневої мережної задачі календарного планування за 31 критерієм оптимальності, нові методи та ефективні точні ПДС-алгоритми розв'язання 11 ВЗКО, що лягли в основу чотирьохрівневої моделі планування (включаючи оперативне) і прийняття рішень в складних організаційно-економічних системах. Загалом розроблено більше 50 алгоритмів, що є складовими ПДС-алгоритмів. Формалізовано процедуру отримання календарного поопераційного плану, створено новий ефективний метод і субоптимальний алгоритм розв'язання задачі оперативного коректування поопераційного плану в разі його часткового невиконання. Для блоку прийняття рішень, що входить до складу чотирьохрівневої моделі, створено модифікації методу аналізу ієрархій та методу аналітичних мереж Т. Сааті, що дозволило підвищити ефективність прийняття рішень експертами. Інноваційна чотирьохрівнева модель календарного та оперативного планування реалізована як відповідне зручне програмне забезпечення, налаштоване для впровадження без суттєвих змін у різних прикладних областях, особливо для виробництва дискретного типу (у тому числі у літакобудуванні та суднобудуванні). Досліджувані в роботі задачі є класичними комбінаторними задачами, які знаходять широке використання у виробництві, будівництві, медицині, генній інженерії, теорії кодування та інших галузях. Важливе значення має використання цих задач в умовах переходу України до ринкових відносин, для розв'язання проблем ресурсозбереження, оптимального управління народногосподарськими об'єктами, планування промисловості, підвищення обороноздатності країни.

(рос.)

Объект исследования – процессы планирования и оперативного управления в сложных организационно-экономических системах с сетевым представлением технологических процессов и ограниченными ресурсами. Предмет исследования – разработка и применение новых методов и концепций планирования, принятия решений и оперативного управления в сложных организационно-экономических системах с сетевым представлением технологических процессов и ограниченными ресурсами. Цель работы –

развитие теории ПДС-алгоритмов для труднорешаемых задач комбинаторной оптимизации (ТЗКО), разработанной проф. А.А.Павловым и его учениками, и создание на ее основе высокоэффективных методов решения исследуемых задач планирования, принятия решений и оперативного управления, что позволит усовершенствовать и существенно повысить эффективность процессов планирования и управления в сложных организационно-экономических системах с ограниченными ресурсами в современных условиях на основе новой концепции планирования. Разработана общая модель многоэтапной сетевой задачи календарного планирования по 31 критерию оптимальности, новые методы и эффективные точные ПДС-алгоритмы решения 11 ТЗКО, которые легли в основу четырехуровневой модели планирования (включая оперативное) и принятия решений в сложных организационно-экономических системах. В целом разработано больше 50 алгоритмов, являющихся составляющими ПДС-алгоритмов. Формализована процедура получения календарного пооперационного плана, создан новый эффективный метод и субоптимальный алгоритм решения задачи оперативного корректирования пооперационного плана в случае его частичного невыполнения. Для блока принятия решений, входящего в состав четырехуровневой модели, созданы модификации метода анализа иерархий и метода аналитических сетей Т. Саати, что позволило повысить эффективность принятия решений экспертами. Инновационная четырехуровневая модель календарного и оперативного планирования реализована как соответствующее удобное программное обеспечение, настроенное для внедрения без существенных изменений в разных прикладных областях, особенно для производств дискретного типа (в том числе в самолетостроении и судостроении). Исследуемые в работе задачи – классические комбинаторные задачи, находящие широкое применение в производстве, строительстве, медицине, генной инженерии, теории кодирования и других областях. Важное значение имеет использование этих задач в условиях перехода Украины к рыночным отношениям, для решения проблем ресурсосбережения, оптимального управления народнохозяйственными объектами, планирования промышленности, повышения обороноспособности страны.

(англ.)

The object of study is planning and operational management processes in complex organizational and economic systems with networked production processes and limited resources. Subject of research is the development and application of new techniques and concepts of planning, decision making and operational management in complex organizational and economic systems with networked production processes and limited resources. The purpose of the work is the development of the theory of PDC-algorithms for intractable combinatorial optimization problems (ICOP) developed by prof. A.A.Pavlov and his students, and the creation of highly efficient methods on its base for solving the researched planning, decision-making and operational management problems that will enhance and significantly improve the efficiency of planning and management processes in complex organizational and economic systems with limited resources in modern conditions based on new planning concepts. A general model of a multi-stage networked scheduling problem with 31 optimality criterion, new methods and effective exact PDC-algorithms for 11 ICOP solution were created that formed the basis of the four level planning (including operational) and decision making model in complex organizational and economic systems. Totally more than 50 algorithms were made that are the components of PDC-algorithms. The procedure for obtaining the operational schedule was formalized, a new effective method and suboptimal algorithm to solve the problem of operational correction of operational plan in the case of a partial failure were created. For the decision-making block of the four-level model, the modifications were made for the Analytic hierarchy process and Analytic network process methods of T. Saaty, thus improving the efficiency of decision-making by experts. The innovative for level scheduling and operational planning model was implemented as a corresponding useful software that can be used in different applications without significant changes, especially for the production of a discrete type (including aircraft and shipbuilding). The researched problems are the classical combinatorial

problems which are widely used in manufacturing, construction, medicine, genetic engineering, coding theory and other areas. It is important to use these problems in the period of Ukraine's transition to a market economy, to solve the problems of resource economy, optimal control of economic projects, industry planning, enhancing the country's military capabilities.

4. Наявність охоронних документів на об'єкти права інтелектуальної власності Немає

5. Порівняння зі світовими аналогами

Отримані результати є новими і перевищують світовий науковий рівень. Розробка не має аналогів в Україні. Досягнення світового рівня: розробка та обґрунтування ПДС-алгоритмів для ВЗКО, модифікацій методу аналізу ієрархій та методу аналітичних мереж, що дозволить суттєво підвищити ефективність процесів планування (включаючи оперативне) та прийняття рішень в складних організаційно-економічних системах на основі нової концепції планування, підвищити конкурентоспроможність України як на внутрішньому, так і на зовнішньому ринках. Поставлені задачі відносяться до важкорозв'язуваних задач комбінаторної оптимізації і в такій постановці розв'язуються вперше. Точних ефективних методів для задач великої розмірності, що розглядаються, не існує. На відміну від існуючих підходів, ПДС-алгоритми дозволяють отримувати точні розв'язки задач реальної практичної розмірності.

6. Економічна привабливість для просування на ринок:

Розроблено інтегровані пакети програм, що реалізують розв'язання задач планування в складних організаційно-економічних системах з обмеженими ресурсами та задачі багатокритеріального вибору, без будь-яких суттєвих доробок можуть бути застосованими в складних організаційно-економічних системах різного призначення, особливо для виробництв дискретного типу. Модульна структура алгоритмічного забезпечення дозволяє легко включати додаткові критерії оптимальності, що суттєво підвищить інвестиційну привабливість організаційно-економічних систем. Економічний ефект для виробничих систем та систем управління проектами становить не менш 15% від вартості розробки нових виробів та технологій. Попередні розрахунки ефективності розробки дозволяють зробити висновок, що при впровадженні розробки ефективність виробництв зросте приблизно на 15–20% за рахунок зниження витрат на проектування та виробництво, більш ефективного використання виробничих потужностей, скорочення термінів виготовлення продукції та більш повного і своєчасного забезпечення потреб ринку у продукції.

7. Потенційні користувачі:

Запропоновані моделі та методи носять універсальний характер та знайдуть впровадження при розробці систем виробничого планування та управління, систем управління проектами, при плануванні будівництва різних об'єктів, в системах автоматизованого проектування, інформаційних управляючих системах, системах автоматизації наукових досліджень, системах штучного інтелекту. Найбільш широке впровадження розроблювані моделі та методи знайдуть при застосуванні в розробках інтегрованих АСУ виробництв дискретного типу. Можливо впровадження результатів роботи при розробці організаційно-економічних систем у різних галузях народного господарства, зокрема, для планування та управління робочим цехом, планування виробництв «на замовлення», планування виробництв дрібносерійного типу; ієрархічного планування виробництв по виготовленню виробів партіями; ієрархічного планування та управління проектами.

Досліджувані в роботі задачі є класичними комбінаторними задачами, які знаходять широке використання у теорії кодування, у медицині, генної інженерії, будівництві та інших галузях. Важливе значення має використання цих задач в умовах переходу України до ринкових відносин для задач математичної економіки, які моделюють проблеми

ресурсозбереження, оптимального управління народногосподарськими об'єктами, планування промисловості.

8. Стан готовності розробки:

Розроблено нові інформаційні технології та інтегровані пакети програм, що реалізують ряд викладених теоретичних результатів у конкретних практичних областях: інформаційну систему підтримки прийняття рішень для управління проектами розробки програмного забезпечення та універсальну ієрархічну систему календарного та оперативного планування виробництв дрібносерійного типу. Є в наявності технічна документація.

9. Існуючі результати впровадження:

Результати роботи використовуються в ТОВ «Міжнародний центр розвитку підприємництва та менеджменту», державному підприємстві «Оріон», ТОВ «Матеріалайз Україна», ТОВ «Бі Джі Еф Централ Європ» та ПАТ Виробничо-комерційна фірма «АС» (усі – м. Київ).

Впровадження в навчальний процес: розроблено нові курси лекцій «Методи та системи підтримки прийняття рішень», «Основи наукових досліджень» для магістрів за спеціальністю «Комп'ютерні науки», «Дослідження операцій» для студентів за спеціальністю «Програмна інженерія». 5 нових розділів «Теоретичні основи побудови ПДС-алгоритмів», «Мінімізація сумарного запізнення виконання завдань одним приладом», «Мінімізація сумарного випередження та запізнення виконання завдань одним приладом», «Мінімізація сумарного запізнення виконання завдань паралельними приладами з довільним моментом запуску приладів» та «Виконання завдань паралельними приладами. Лексикографічний критерій» курсу лекцій «Ефективні точні алгоритми важкорозв'язуваних задач класу NP», новий розділ «Задача мінімізації сумарного запізнення виконання множини робіт на одному приладі: ПДС-підхід» курсу лекцій «Теорія розкладів».

10. Форма участі інвестора:

Участь не потрібна.

11. Обсяг інвестицій:

Інвестиції не потрібні.

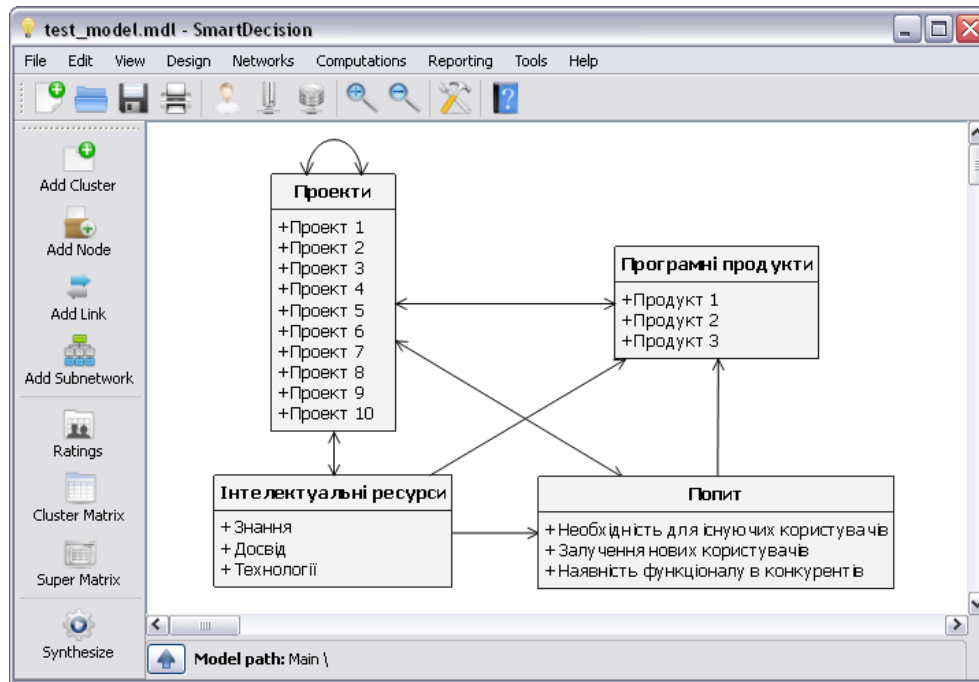
12. Мета інвестицій:

Інвестиції не потрібні.

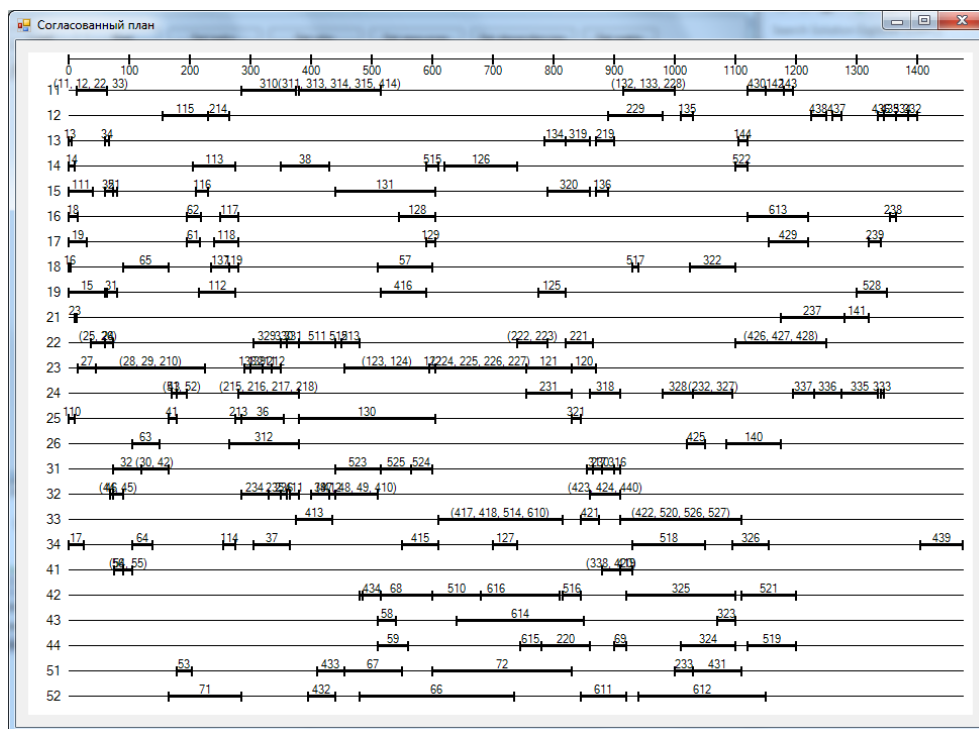
13. Назва підрозділу, телефон, e-mail:

НТУУ «КПІ», НДІ Інформаційних процесів, (044)236-19-70, compscience@asu.kpi.ua

14. Фото або декілька слайдів презентації з фото розробки в електронному вигляді (рекламного характеру).



Вигляд вікна мережної моделі задачі ранжирування проектів розробки програмного забезпечення



Вигляд вікна перегляду діаграми Ганта узгодженого плану виконання завдань

15. Перелік основних публікацій за матеріалами досліджень за період виконання:

1. Згуровский М.З., Павлов А.А. Труднорешаемые задачи комбинаторной оптимизации в планировании и принятии решений : Монография. – К.: видавництво «Наукова думка» НАН України, науково-видавничий відділ фізико-математичної і технічної літератури, 2016. – 710 с. – ISBN 978-966-00-1543-2
2. Управление ресурсами распределенных проектов и программ : Монография / Management of the distribute projects and programmes resources : Monograph // В. Н. Бурков, С. Д. Бушуев, А. М. Возный, А. Ю. Гайда, Т. Г. Григорян, А. А. Иванова, Н. Р. Кнырик, М. Э. Колесник, И. В. Кононенко, К. В. Кошкин, А. А. Павлов, С. С. Рыжков, А. С. Рыжков, С. О. Слободян, Х. Танака, С. К. Чернов. – Николаев : издатель Торубара В. В., 2015. – 386 с. – ISBN 978-966-97484-2-3

3. Ковалюк Т.В. Алгоритмізація та програмування: Підручник (з грифом МОН). – Друге видання. – Львів: «Магнолія 2006», 2016. – 400 с. – ISBN 978-617-574-069-9
4. Павлов О.А. Задача составления допустимого расписания с максимально поздним моментом запуска выполнения идентичными параллельными приборами работ с общим директивным сроком [Текст] / О.А. Павлов, О.Г. Жданова, М.О. Сперкач // Вісник НТУУ “КПІ”. Серія «Інформатика, управління та обчислювальна техніка». – К.: “БЕК+”, 2014. – №61. – с.93–102
5. Павлов А.А. Составление допустимого расписания выполнения работ на одном приборе по критерию минимизации суммарного опережения работ / А.А. Павлов, Е.А. Халус // Вісник НТУУ “КПІ”. Серія «Інформатика, управління та обчислювальна техніка». – К.: “БЕК+”, 2014. – №61. – с.27–34
6. Згуровский М.З. Методология построения четырехуровневой модели планирования, принятия решений и оперативного планирования в сетевых системах с ограниченными ресурсами (Implementation of the methodology of the four-level model of planning, decision-making and operational management in networked systems with limited resources) [Текст] / М.З. Згуровский, А.А. Павлов, Е.Б. Мисюра, О.В. Мельников, Т.Н. Лисецкий // Вісник НТУУ “КПІ”. Серія «Інформатика, управління та обчислювальна техніка». – К.: “БЕК+”, 2014. – №61. – с.60–84
7. Згуровский М.З. Минимизация лексикографического критерия для допустимого расписания на независимых параллельных приборах с произвольными директивными сроками [Текст] / М.З. Згуровский, А.А. Павлов, Е.Б. Мисюра // Вісник НТУУ “КПІ”. Серія «Інформатика, управління та обчислювальна техніка». – К.: “БЕК+”, 2014. – №61. – с.4–17
8. Павлов А.А. ПДС-алгоритмы решения задач составления расписаний по критерию опережения/запаздывания на одном приборе [Текст] / А.А. Павлов, Е.Б. Мисюра // Вісник НТУУ “КПІ”. Серія «Інформатика, управління та обчислювальна техніка». – К.: “БЕК+”, 2014. – №60. – с.4–19
9. Павлов А.А. Рекомендации по выбору зоны проведения активного эксперимента для одномерного полиномиального регрессионного анализа [Текст] / А.А. Павлов, В.В. Калашник // Вісник НТУУ “КПІ”. Серія «Інформатика, управління та обчислювальна техніка». – К.: “БЕК+”, 2014. – №60. – с.41–45
10. Сперкач М.О. Задача визначення максимально пізнього моменту початку виконання завдань із спільним жорстким директивним терміном паралельними пристроями різної продуктивності / М.О. Сперкач // Вісник НТУУ “КПІ”. Серія «Інформатика, управління та обчислювальна техніка». – К.: “БЕК+”, 2015. – №63 – С.12-18.
11. Павлов А.А., Калашник В.В., Коваленко Д.А. Построение многомерной полиномиальной регрессии. Регрессия с повторяющимися аргументами во входных данных // Вісник НТУУ “КПІ”. Серія «Інформатика, управління та обчислювальна техніка». – К.: “БЕК+”, 2015. – №62. – с. 57–61.
12. Павлов А.А., Мисюра Е.Б. Методологические и теоретические основы ПДС-алгоритма решения задачи минимизации суммарного взвешенного запаздывания // Вісник НТУУ “КПІ”. Серія «Інформатика, управління та обчислювальна техніка». – К.: “БЕК+”, 2015. – №62. – с. 93–99.
13. Павлов А.А. Алгоритмизация третьего и четвертого уровней четырехуровневой модели календарного и оперативного планирования и принятия решений в сетевых системах с ограниченными ресурсами / А.А. Павлов, Е.Б. Мисюра, О.В. Мельников, И.П. Муха, Т.Н. Лисецкий // Вісник НТУУ “КПІ”. Серія «Інформатика, управління та обчислювальна техніка». – К.: “БЕК+”, 2015. – №63. – с. 72–92.
14. Павлов А.А., Сперкач М.О. Выполнение заданий с общим директивным сроком параллельными приборами по критериям оптимальности: минимизация суммарного опережения относительно директивного строка и максимизация момента запуска заданий на выполнение // Вісник НТУУ “КПІ”. Серія «Інформатика, управління та обчислювальна техніка». – К.: “БЕК+”, 2015. – №62. – с. 89–92.
15. Згуровский М.З. Задача построения допустимого расписания с максимально поздним

моментом запуска и минимальным суммарным опережением [Текст] / М.З. Згуровский, А.А. Павлов, Е.А. Халус // Системні дослідження та інформаційні технології, – 2015. – №2. – с. 7–15

16. Павлов О.А. Чотирьохрівнева модель календарного та оперативного планування і прийняття рішень при функціонуванні оборонних підприємств дискретного типу / О.А. Павлов, О.Б. Місюра, О.В. Мельников, Т.М. Лисецький // Матеріали науково-практичної конференції «Інтелектуальний потенціал – фундамент майбутнього України та її Збройних Сил». – м. Київ, 17 листопада 2016 р. – 5 с.
17. Сперкач Майя Олегівна. Інформаційна технологія оперативно-календарного планування дрібносерійного виробництва за концепцією «точно в строк» // дис. ... канд. техн. наук. : 05.13.06 – Інформаційні технології. – К.: НТУУ «КПІ», 2016. – 222 с. / Науковий керівник д.т.н. проф. Павлов Олександр Анатолійович (захист 27.10.2016)
18. Павлов А.А. ПДС-алгоритм минимизации суммарного опережения и запаздывания при выполнении работ одним прибором, если момент запуска прибора фиксированный [Текст] / А.А. Павлов, Е.Б. Мисюра // Автоматика-2014: матеріали 21-ї міжнародної конференції з автоматичного управління, присвяченої 100-річчю з дня народження академіка НАНУ О.І.Кухтенка, 23–27 вересня 2014 р., м. Київ: тези доповіді. – К.: Вид-во НТУУ «КПІ» ВПІ ВПК «Політехніка», 2014. – 323 с. – С. 210-211.
19. Павлов А.А., Мисюра Е.Б. ПДС-алгоритм решения задачи минимизации суммарного запаздывания при выполнении параллельными приборами заданий с общим директивным сроком // Матеріали I-ої міжнародної конференції Infocom Advanced Solutions 2015, присвяченої 70-річчю кафедри автоматики та управління в технічних системах НТУУ «КПІ», 24-25 листопада 2015 р., м. Київ. – К.: «ВЕК+», 2015. – Секція №1. – с. 44-45.
20. Павлов А.А. Алгоритмическое обеспечение третьего и четвертого уровней четырехуровневой модели планирования и принятия решений в сетевых системах с ограниченными ресурсами / А.А. Павлов, Е.Б. Мисюра, О.В. Мельников, И.П. Муха, Т.Н. Лисецький // Матеріали I-ої міжнародної конференції Infocom Advanced Solutions 2015, присвяченої 70-річчю кафедри автоматики та управління в технічних системах НТУУ «КПІ», 24-25 листопада 2015 р., м. Київ. – К.: «ВЕК+», 2015. – Секція №1. – с. 42-43.
21. Павлов О.А. Чотирьохрівнева модель календарного та оперативного планування і прийняття рішень при функціонуванні оборонних підприємств дискретного типу / О.А. Павлов, О.Б. Місюра, О.В. Мельников, Т.М. Лисецький // Матеріали науково-практичної конференції «Інтелектуальний потенціал – фундамент майбутнього України та її Збройних Сил». – м. Київ, 17 листопада 2016 р. – 5 с.

16. Надати ключові слова до розробки:

Організаційно-економічні системи, теорія розкладів, теорія прийняття рішень, важкорозв'язувані задачі комбінаторної оптимізації, ПДС-алгоритми